

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hasil Penelitian Terdahulu

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Jayaprakash dan Sangeetha (2015), menyebutkan bahwa ekstrak etanol kulit buah delima kaya akan kandungan saponin, kuinon, terpenoid, steroid, flavonoid, fenol, alkaloid, glikosida jantung, kumarin, dan betasianin. Senyawa fenolik khususnya golongan flavonoid dan tanin mempunyai potensi tabir surya karena adanya gugus kromofor (ikatan rangkap tunggal terkonjugasi) yang mampu menyerap sinar UV baik UV A maupun UV B (Filho *et al.*, 2016).

Menurut hasil penelitian dari Afaq *et al.* (2009), menyebutkan bahwa ekstrak buah delima efektif dalam melindungi fibroblas kulit manusia dari kematian sel setelah terpapar sinar UV. Perawatan pada jaringan epidermis dengan ekstrak buah delima menunjukkan bahwa ekstrak ini dapat menghambat masuknya sinar UV B. Dan Menurut penelitian Patil *et al.* (2015), melaporkan bahwa ekstrak kulit buah delima dengan konsentrasi 1-10% memiliki kemampuan sebagai tabir surya.

Sopyan *et al.* (2016) telah membuat lotio tabir surya dari ekstrak kulit buah delima melaporkan bahwa kulit buah delima memiliki senyawa polifenol yang dapat digunakan sebagai tabir surya. Ekstrak kulit buah delima efektif untuk melindungi fibroblas kulit manusia dari kematian sel setelah paparan sinar UV. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kulit buah delima memiliki efektivitas sebagai tabir surya pada konsentrasi 0,055 dan 0,066% memiliki nilai SPF 16,63 dan 55,05. Perbedaan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian terdahulu yaitu dari bentuk sediaan, penelitian terdahulu membuat sediaan losio sedangkan penelitian yang akan dilakukan membuat sediaan gel tabir surya kombinasi dengan senyawa avobenzon.

Kyowa Hakko (2010) melaporkan bahwa avobenzon merupakan salah satu dari tabir surya organik yang bekerja dengan mengabsorpsi radiasi sinar UV. Avobenzon cukup efektif dalam menyerap UV A walaupun pada konsentrasi rendah.

Menurut hasil penelitian Putri (2019), menyebutkan bahwa formula optimum yang didapatkan yaitu pada konsentrasi karbopol 940:TEA (3:2) 2,08% dan Propilen glikol 8,75%. Kemudian dalam penelitian ini, hasil dari formula optimum tersebut kemudian dilakukan optimasi kembali dengan variasi konsentrasi ekstrak kulit buah delima dan avobenzon.

B. Landasan Teori

1. Delima (*Punica granatum* L.)

a. Klasifikasi Tanaman (Depkes RI, 1989)

- Divisi : Spermatophyta
- Subdivisi : Angiospermae
- Kelas : Dicotyledonae
- Bangsa : Myrtales
- Suku : Punicaceae
- Marga : Punica
- Jenis : *Punica granatum* L.



Gambar 2.1. Buah delima (Sudjijo, 2014)

b. Morfologi Tanaman Delima

Tanaman delima berasal dari Persia, kemudian meluas ke berbagai negara. Meskipun bukan tanaman asli Indonesia, namun tanaman delima mampu beradaptasi dan tumbuh dengan baik di Indonesia.

Menurut Chooi (2007) tanaman delima mempunyai pokok renek setinggi 3-6 m, ada juga kultivar delima kerdil, berduri pada ujung ranting. Daun delima berbentuk ringkas, susunan bertentangan atau berkelompok, panjang daun 4-6 cm, hanya permukaan atas

berkilat. Bunga 1-5 kuntum pada ujung ranting, berlilin, panjang 4-6 cm, warna merah atau kuning.

Tinggi pohon delima kurang lebih mencapai 5 m, menyukai tanah gembur yang tidak terendam air dan memiliki beberapa varietas. Memiliki daun tunggal, bertangkai pendek, letaknya berkelompok, mengkilap, berbentuk lonjong dengan pangkal lancip, ujung tumpul, tepi rata, tulang menyirip, ukuran panjang daun 3-7 cm dan lebar 0,5-2,5 cm, warna hijau. Bunga tunggal bertangkai pendek, keluar dari ujung ranting atau di ketiak daun paling atas. Biasanya terdapat satu sampai lima bunga, warna bunga delima yaitu merah, putih dan ungu. Tanaman ini berbunga sepanjang tahun. Kulit buah delima tebal dan warnanya beragam seperti hijau keunguan, putih, cokelat kemerahan atau ungu kehitaman. Buahnya berbentuk bulat dengan diameter 5-12 cm, beratnya kurang lebih 100-300 gram, terdiri dari biji-biji kecil, tersusun tidak beraturan, berwarna putih sampai kemerahan (Desmond, 2000). Daging buah merupakan kulit biji yang menebal dan tersusun secara padat. Daging buah ini dikonsumsi bersama biji-bijinya (Rahmat, 2003).

c. Kandungan Kimia Ekstrak Kulit Buah Delima

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Jayaprakash dan Sangeetha (2015), menyebutkan bahwa ekstrak etanol kulit buah delima kaya akan kandungan saponin, kuinon, terpenoid, steroid, flavonoid, fenol, alkaloid, glikosida jantung, kumarin, dan betasianin.

d. Manfaat Tanaman

Pada kulit buah delima banyak mengandung senyawa fenolik, dimana juga mempunyai aktivitas antioksidan yang tinggi. Menurut penelitian Patil *et al.* (2015), melaporkan bahwa ekstrak kulit buah delima dengan konsentrasi 1-10% memiliki kemampuan sebagai tabir surya. Kulit buah delima juga dapat menghambat basil typhoid dan dapat mengendalikan penyebaran infeksi virus polio, virus herpes simpleks, diabetes dan virus HIV. Selain itu, khasiat tanin yang terdapat pada kulit buah delima berkhasiat untuk peluruh cacing usus,

menghambat pertumbuhan bakteri, dan mengobati diare (Raquibul, 2009). Flavonoid, tanin, antarquinon, sinamat dan lain-lain telah dilaporkan memiliki kemampuan sebagai perlindungan terhadap sinar UV (Hogade, 2010).

2. Metode Ekstraksi

Ekstraksi adalah kegiatan penarikan kandungan kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak larut dengan pelarut cair. Dengan diketahuinya senyawa aktif yang dikandung simplisia akan mempermudah pemilihan pelarut dan cara ekstraksi yang tepat (Depkes RI, 2000).

a. Cara dingin

1) Maserasi

Maserasi merupakan penyarian secara sederhana karena dilakukan dengan cara merendam serbuk simplisia dalam cairan penyari. Cairan penyari akan menembus dinding sel dan masuk kedalam rongga sel yang mengandung zat aktif. Zat aktif akan larut dan karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan dan zat aktif didalam sel dan diluar sel maka larutan yang terpekat didesak keluar. Peristiwa ini terjadi secara berulang-ulang sehingga keseimbangan konsentrasi antara larutan diluar dan didalam sel (Depkes RI, 1986).

2) Perkolasi

Perkolasi adalah ekstraksi dengan pelarut yang selalu baru sampai sempurna (*exhaustive extraction*) yang umumnya dilakukan pada temperatur ruangan. Proses terdiri dari tahapan pengembangan bahan, tahap maserasi antara, tahap perkolasi sebenarnya (penetapan/penampungan ekstrak) yang jumlahnya 1-5 bahan (Syaiful, 2016). Perkolasi merupakan proses melewati pelarut organik pada sampel sehingga pelarut akan membawa senyawa organik bersama-sama pelarut. Tetapi efektivitas dari proses ini hanya akan lebih besar untuk senyawa organik yang sangat mudah larut dalam pelarut yang digunakan.

b. Cara panas

1) Refluks

Refluks adalah ekstraksi dengan pelarut pada temperatur titik didihnya, selama waktu tertentu dan jumlah pelarut terbatas yang relatif konstan dengan adanya pendingin balik. Umumnya dilakukan pengulangan proses pada residu pertama sampai 3-5 kali sehingga dapat termasuk proses ekstraksi sempurna.

2) Soklet

Soklet adalah ekstraksi menggunakan pelarut yang selalu baru yang umumnya dilakukan dengan alat khusus sehingga terjadi ekstraksi kontinu dengan jumlah pelarut relatif konstan dengan adanya pendingin balik.

3) Digesti

Digesti adalah maserasi kinetik (dengan pengadukan kontinu) pada temperatur yang lebih tinggi dari temperatur ruangan (kamar), yaitu secara umum dilakukan pada temperatur 40-50 °C.

4) Infus

Infus adalah ekstraksi dengan pelarut air pada temperatur penangas air (bejana infus tercelup dalam penangas air mendidih, temperatur 96-98 °C) selama waktu 15-20 menit.

3. Gel

Gel adalah sistem semipadat dimana fase cairnya dibentuk dalam suatu matriks polimer tiga dimensi (terdiri dari gom alam dan gom sintesis) yang tingkat ikatan silang sisik (atau kimia)-nya tinggi. Polimer-polimer yang biasa digunakan untuk membuat gel-gel farmasetik meliputi gom alam *tragacanth*, *pectin*, *carrageen*, agar, *agllinate acid* serta bahan-bahan sintesis dan semisintesis seperti metil selulosa, hidrosietil selulosa, karboksimetil selulosa, dan karbopol yang merupakan polimer vinil sintesis dengan gugus karboksil yang terionisasi. Gel dibuat dengan proses peleburan, atau diperlukan suatu prosedur khusus berkenaan dengan sifat mengembang dari gel (Lachman *et al.*, 1994).

Gel murni memiliki karakteristik yang transparan dan jernih. Warna transparan disebabkan karena seluruh komponennya terlarut dalam bentuk koloid. Sifat transparan ini adalah karakter spesifik dari sediaan gel

(Ismail, 2013). Keuntungan sediaan gel yaitu tidak lengket, mudah dicuci dengan air, kemampuan penyebaran yang baik pada kulit karena kadar air dalam gel tinggi (Widodo, 2017).

a. Jenis Gel

1) Hidrogel

Sistem hidrogel adalah gel hidrofilik yang mengandung 85-95% air atau campuran alkohol-air serta bahan pembentuk gel (*gelling agent*). Bahan pembentuk hidrogel yang umumnya digunakan merupakan senyawa polimer seperti asam poliakrilat (*carbopol*), Na CMC, nonionik ester selulosa. Sistem harus menggunakan pengawet (Ismail, 2013).

2) Lipogel

Lipogel atau oleogel yang dihasilkan melalui penambahan bahan pengental yang sesuai dan larut dalam minyak atau cairan lemak. Silika koloida dapat digunakan untuk membentuk tipe lipogel istimewa dengan basis silikon (Ismail, 2013).

4. Uraian Bahan Pembuatan Sediaan Gel

a. Karbopol 940

Karbopol 940 lebih dikenal dengan nama karbomer 940. Kisaran konsentrasi karbopol 940 sebagai *gelling agent* yaitu 0,5-2%. Secara kimia, karbopol ini merupakan polimer sintetik dari asam akrilat dengan bobot molekul yang tinggi (Rowe, 2009). Karbopol 940 berbentuk serbuk, berwarna putih dan higroskopis. Jika konsentrasi karbopol 940 rendah, gel bersifat pseudoplastis, sebaliknya apabila konsentrasi karbopol 940 tinggi gel akan bersifat palstis. Karbopol 940 tidak bersifat toksik dan tidak mempengaruhi aktivitas biologi obat tertentu (Barry, 1983).

b. Propilen glikol

Propilen glikol digunakan sebagai humektan dan pelarut gel, mengandung tidak kurang dari 99,5% $C_3H_8O_2$. Pemerianya yaitu cairan kental, jernih, tidak berwarna, rasa khas, praktis tidak berbau, menyerap air pada udara lembab. Bahan ini dapat bercampur dengan

air, dengan aseton dan dengan kloroform, selain itu juga dapat larut dalam eter dan dalam beberapa minyak esensial tetapi tidak dapat bercampur dengan minyak. Propilen glikol memiliki BM 76,09 dan BJ antara 1,035 dan 1,037 (Rowe, 2009).

c. Trietanolamin

Trietanolamin digunakan sebagai agen pengemulsi. Merupakan cairan tidak berwarna dengan kelarutan yang sukar larut dalam air, dapat bercampur dengan etanol, eter dan dengan air dingin. Konsentrasi yang digunakan sebagai pengemulsi adalah 2-5% (Rowe *et al.*, 2009).

d. Metil paraben

Metil paraben digunakan sebagai pengawet, mengandung tidak kurang dari 96.0% dan tidak lebih dari 102,0% $C_8O_8H_3$ dihitung terhadap zat yang telah dikeringkan dan memiliki BM 152,15. Memiliki kelarutan yang sukar larut dalam air, dalam benzena dan dalam karbon tetraklorida, mudah larut dalam etanol dan dalam eter (Rowe, 2009).

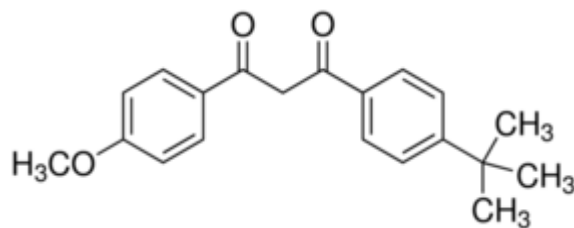
e. Akuades

Akuades merupakan cairan jernih, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak mempunyai rasa, dan biasanya digunakan sebagai pelarut (Depkes RI, 1979).

5. Avobenzon

Avobenzon merupakan filter UV yang disetujui oleh FDA (*Food and Drug Administration*). Avobenzon yang larut dalam minyak menunjukkan absorpsi yang besar pada sinar UV A dengan panjang gelombang 360 nm (Barel *et al.*, 2009). Avobenzon juga memiliki kemampuan dalam menyerap sedikit sinar UV B. Konsentrasi penggunaan minimum ditetapkan sebesar 2% dan maksimum sebesar 3% (Barel *et al.*, 2009). Tetapi di Eropa diperbolehkan di level 5% (Lim dan Draelos, 2009).

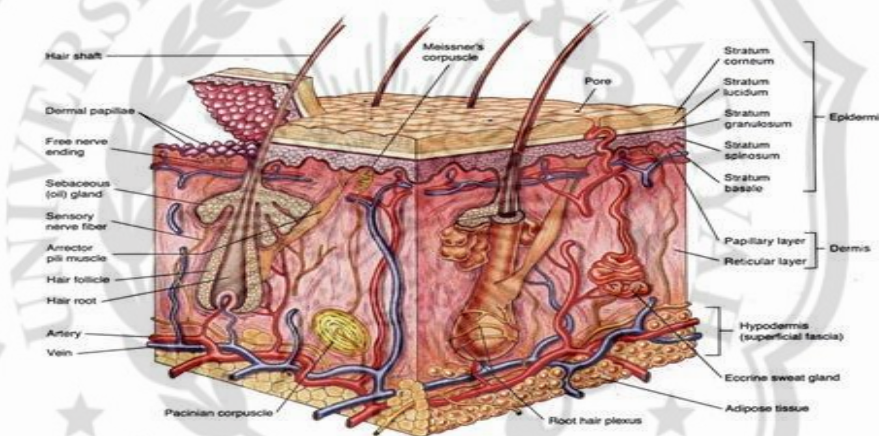
Senyawa avobenzon (*butil metoksidibenzoilmetan*) merupakan salah satu dari tabir surya organik yang bekerja dengan mengabsorpsi radiasi sinar UV. Avobenzon cukup efektif dalam menyerap UV A walaupun pada konsentrasi rendah (Kyowa Hakko, 2010). Rumus bangun avobenzon dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Rumus bangun avobenzon (Tampucci *et al.*, 2018)

6. Kulit

Kulit merupakan lapisan pelindung tubuh dari berbagai macam gangguan dari lingkungan. Secara histologis, kompartemen kulit terdiri dari epidermis, dermis, hipodermis. Secara struktural dan fungsional lapisan epidermis dan dermis dipisahkan oleh membran basal.



Gambar 2.3. Anatomi kulit (Moore, 2002)

Menurut Anief (1997), secara mikroskopik lapisan kulit terbagi menjadi tiga, yaitu:

a. Epidermis

Epidermis merupakan lapisan kulit yang paling luar dan berfungsi sebagai sawar dasar dari kulit terhadap kehilangan air, elektrolit, dan nutrisi dari badan dan sawar dasar terhadap penetrasi air dan substansi asing dari luar badan, yang dapat dibagi menjadi 5 yaitu:

1) *Stratum corneum* (lapisan tanduk)

Stratum corneum merupakan lapisan paling luar yang tersusun dari sel mati berkeratin dan merupakan sawar kulit terhadap kehilangan air. Bila air yang dikandung *stratum corneum* hilang, kulit akan

menjadi kering dan bersisik dan juga apabila terjadi dehidrasi *stratum corneum* sampai kira-kira di bawah 10% air dan menimbulkan celah, dan membuka jalan bagi substansi iritan dan mikroorganisme masuk ke dalam kulit. Hilangnya *stratum corneum* memberi jalan penguapan (evaporasi), kekurangan komponen sel, dan terjadi penetrasi substansi asing tanpa ada halangan (Anief, 1997).

2) *Stratum lucidum*

Stratum lucidum merupakan sel-sel permukaan bertanduk setelah mengalami proses diferensiasi. *Stratum lucidum* terdapat dibawah lapisan tanduk dan bertindak juga sebagai sawar, dapat dilihat jelas pada telapak kaki dan tangan (Anderson, 1996)

3) *Stratum granulosum* (lapisan butir)

Stratum granulosum merupakan dua atau tiga lapis sel gepeng dengan sitoplasma berbutir kasar dan terdapat inti sel didalamnya (Wasitaatmadja, 1997). Sel-sel pada *stratum granulosum* ini pipih dan banyak mengandung partikel berwarna gelap yang disebut granula keratohialin.

4) *Stratum spinosum* (lapisan sel duri)

Stratum spinosum merupakan sel yang berbentuk poligonal (banyak sudut) dan mempunyai banyak tanduk atau spina. *Stratum spinosum* adalah keratinosit yang membentuk keratin suatu protein fibrosa. Pada waktu keratinosit meninggalkan *stratum spinosum* dan bergerak keatas, sel-sel ini akan mengalami perubahan bentuk, orientasi, struktur sitoplasmik dan komposisi. Proses ini mengakibatkan transformasi dari sel-sel hidup (aktif mensintesis) menjadi sel yang mati dan bertanduk pada *stratum corneum*. Proses ini disebut keratinisasi (Syarifuddin, 2006). Diantara sel-sel *stratum spinosum* terdapat sel *langerhans* yang mempunyai peran penting dalam sistem imun tubuh (Tranggono dan Latifah, 2007).

5) *Stratum germinativum* (lapisan sel basal)

Stratum germinativum merupakan lapisan terbawah epidermis. Di dalamnya terdapat sel-sel melanosit, yaitu sel yang tidak mengalami keratinisasi dan fungsinya hanya membentuk pigmen melanin dan melalui dendrit diberikan kepada sel-sel keratinosit. Satu sel melanin untuk sekitar 36 sel keratinosit disebut unit melanin epidermal (Tranggono dan Latifah, 2007). Melanin melindungi kulit dari pengaruh sinar matahari yang merugikan. Sebaliknya sinar matahari meningkatkan pembentukan melanosom dan melanin (Price dan Wilson, 2005).

b. Dermis

Dermis merupakan lapisan dibawah epidermis dan terdiri dari serabut-serabut kolagen dan elastin, yang bertanggungjawab untuk sifat-sifat penting dari kulit. Dermis mengandung pembuluh darah, pembuluh limfe, gelembung rambut, kelenjar lemak (sebacea), kelenjar keringat, otot dan serabut saraf dan *corpus pacini* (Anief, 1997). Lapisan dermis termasuk bagian terpenting pada tubuh, bukan hanya menyediakan gizi, memberi kekebalan dan menyangga epidermis, tetapi juga berperan dalam mengatur suhu, tekanan dan rasa sakit (Walters, 2007).

c. Hipodermis

Hipodermis merupakan lapisan dibawah dermis, tersusun dari lapisan sel adiposa dan sebagai lambang “bantalan” dari lemak antara kulit dan organ yang berada dibawahnya. Bisa disebut dengan lapisan subkutis, berperan sebagai isolator panas, menyerap getaran dan untuk penyimpanan energi. Lapisan ini merupakan jaringan sel lemak yang langsung berhubungan dengan dermis melalui hubungan kolagen dan serat elastin. Selain sel lemak, lapisan ini terdiri dari fibroblas dan makrofag. Salah satu peran utama dari hipodermis adalah menopang pembuluh darah dan sistem saraf (Walters, 2007).

7. Sinar Ultraviolet (UV)

Ultraviolet (UV) merupakan suatu radiasi elektromagnetik yang mempunyai panjang gelombang 100-400 nm, lebih pendek daripada sinar violet. Ultraviolet memiliki 3 macam panjang gelombang. Daerah ultraviolet dari spektrum elektromagnetik UV A dengan kisaran panjang gelombang 320-400 nm, UV B dengan panjang gelombang kisaran 290-320 nm dan UV C dengan panjang gelombang kisaran 100-290 nm. Radiasi UV C disaring oleh atmosfer sebelum mencapai bumi sehingga tidak menimbulkan efek negatif pada kulit. Radiasi UV B berpenetrasi ke dalam lapisan ozon dan tidak disaring seutuhnya sehingga sebagian masuk ke bumi dan menjadi penyebab dari kerusakan kulit seperti *sunburn*. UV A lebih banyak disaring oleh lapisan ozon dibandingkan UV B, tetapi radiasi UV A mencapai lapisan terdalam dari epidermis dan dermis yang menyebabkan efek penuaan prematur pada kulit (Ebrahimzadeh *et al.*, 2014).

Paparan UV A dan UV B menghasilkan radikal bebas seperti *hydrogenperoxide*, *anion superoxide*, *nitric oxide* sehingga dapat terjadi *reactive oxygen species* (ROS). Penurunan antioksidan endogen pada semua lapisan kulit seperti *glutathione* (GSH), *superoxide dismutase* (SOD), *catalase*, dan *ubiquinol* juga disebabkan karena paparan UV A dan UV B pada kulit (Icishashi, 2009).

Intensitas paparan kulit dengan sinar matahari mempengaruhi kerusakan kulit yang terjadi. Efek akut yang sering timbul yaitu :

a. Eritema

Eritema atau *sunburn* merupakan reaksi inflamasi akut yang ditandai dengan kemerahan setelah terpapar sinar matahari secara berlebih. Eritema yang terbentuk tergantung panjang gelombang. UV A memiliki dua kategori eritemogenik yaitu UV A1 dan UV A2. UV A2 lebih beresiko menyebabkan eritema dibandingkan UV A1. Efektifitas eritema menurun dengan bertambahnya panjang gelombang. Respon eritema lambat (mencapai puncaknya 24 jam tergantung dosis) ditemukan pada kulit yang terpapar UV B. *Minimal Erythema Doses*

(MED) adalah dosis UV yang menyebabkan kemerahan (eritema) minimal, dapat dilihat biasanya 24 jam setelah radiasi. Nilai MED bervariasi tergantung fototipe kulit, warna kulit dan lokasi anatomi individu, sedangkan *Standard Erythematol Doses* (SED) adalah kemerahan yang terjadi dengan paparan UV 100 joule per meter persegi (J/m^2) (Hastiningsih, 2015).

b. Pigmentasi

Reaksi kecokelatan (*tanning*) dan pembentukan melanin baru merupakan respon pigmentasi kulit. Melanisasi yang terjadi akibat paparan kumulatif UV A bertahan lebih lama dibandingkan dengan yang terjadi akibat paparan UV B. Perbedaan ini kemungkinan terjadi akibat lokalisasi pigmen yang diinduksi oleh UV A lebih basal. Melanisasi yang diinduksi oleh UV B menghilang dengan *turn-over* epidermis dalam satu bulan (Fisher *et al.*, 2001; Rigel, 2004).

8. Tabir Surya

Tabir surya (*sunscreen*) adalah substansi yang formulanya mengandung senyawa aktif yang dapat menyerap, menghamburkan, atau memantulkan energi cahaya matahari yang datang pada kulit manusia. Ada dua jenis tabir surya dilihat berdasarkan teknik penggunaannya yaitu tabir surya sistemik dan lokal. Tabir surya sistemik kurang populer karena sering menimbulkan reaksi alergi dan belum terbukti khasiatnya dalam menangkal sinar matahari (Pathak *et al.*, 1987).

Bahan aktif tabir surya terdapat dua jenis yaitu, penghambatan fisik (*physical blocker*) dan penyerap kimia (*chemical absorber*). Bahan aktif penghambat fisik antara lain TiO_2 , ZnO , kaolin, $CaCO_3$, dan MgO . Bahan aktif penyerap kimia yaitu anti UV A misalnya turunan benzofenon (oksibenzon dan dibenzoilmetan), avobenzon serta anti UV B yaitu turunan salisilat, turunan *para amoni benzoic acid* (PABA), turunan sinamat (sinoksat, etil heksil parametoksisinamat). Untuk mengoptimalkan kemampuan tabir surya sering dilakukan kombinasi antara tabir surya fisik dan tabir surya kimia, bahkan ada yang menggunakan beberapa macam tabir surya dalam satu sediaan kosmetik (Wasitaatmadja, 1997).

Mekanisme interaksi tabir surya dengan radiasi sinar UV yaitu refleksi, dispersi dan absorpsi. Mekanisme pada bahan aktif penyerap kimia yaitu absorpsi, dimana bahan aktif berperan sebagai kromofor eksogenus yang menyerap energi foton sehingga molekul tereksitasi. Saat keadaan stabil, energi bisa terlepas pada panjang gelombang visibel, pada rentang cahaya ultraviolet (sebagai fluoresensi) atau pada rentang inframerah (sebagai panas). Proses ini dapat berulang yang disebut resonansi. Menurut dari kapasitas penyerapan panjang gelombang, bahan aktif penyerap kimia dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu, penyaring UV A, penyaring UV B, atau penyaring spektrum luas (UV A dan UV B) (Schalka dan Reis, 2011).

9. *Sun Protecting Factor* (SPF)

Kemampuan tabir surya dalam menahan sinar ultraviolet dinilai dalam faktor proteksi cahaya (*Sun Protecting Factor*). SPF adalah pengukuran kuantitatif dari efektivitas sediaan tabir surya (Bambal *et al.*, 2014). Nilai SPF berkisar antara 0-100, dan kemampuan tabir surya dianggap baik apabila diatas 15. Penilaian SPF mengacu pada FDA yang mengelompokkan keefektifan sediaan tabir surya berdasarkan SPF (Wilkinson dan Moore, 1982) :

- a. Tabir surya dengan nilai SPF 2-4, memberikan proteksi minimal
- b. Tabir surya dengan nilai SPF 4-6, memberikan proteksi sedang
- c. Tabir surya dengan nilai SPF 6-8, memberikan proteksi ekstra
- d. Tabir surya dengan nilai SPF 8-15, memberikan proteksi maksimal
- e. Tabir surya dengan nilai ≥ 15 . Memberikan proteksi ultra

FDA merekomendasikan menggunakan *sunscreen* dengan nilai SPF minimal 15 atau lebih untuk mendapatkan efek perlindungan terhadap sinar UV lebih baik (FDA, 2009). Nilai SPF mengacu kepada kemampuan suatu produk tabir surya untuk menyaring atau memblokir sinar matahari yang berbahaya. Misalnya, untuk tabir surya dengan SPF 15 memiliki kemampuan menyerap 93% dari sinar matahari (Wasitaatmadja, 1997).

10. Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri UV-Vis adalah pengukuran panjang gelombang dan intensitas sinar ultraviolet dan cahaya tampak yang diabsorpsi oleh sampel. Sinar ultraviolet dan cahaya tampak memiliki energi yang cukup untuk mempromosikan elektron pada kulit terluar ke tingkat energi yang lebih tinggi (Pratama dan Zulkarnain, 2015).

Prinsip kerja spektrofotometri UV-Vis berdasarkan penyerapan cahaya atau energi radiasi oleh suatu larutan. Jumlah cahaya atau energi radiasi yang diserap memungkinkan pengukuran jumlah zat penyerap dalam larutan secara kuantitatif (Triyati, 1985). Semua molekul dapat mengabsorbansi radiasi dalam daerah UV dan *visible* karena mereka mengandung elektron baik sekutu maupun menyendiri, elektron ini dapat dieksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Panjang gelombang dimana absorbansi itu terjadi, bergantung pada berapa kuat elektron tersebut terikat dalam molekul. Apabila elektron dalam suatu ikatan kovalen tunggal dan kuat, maka diperlukan energi yang lebih tinggi dan panjang gelombang yang pendek untuk dapat tereksitasi (Day dan Underwood, 2001).

Konsentrasi dari analit di dalam larutan bisa ditentukan dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang tertentu dengan menggunakan hukum Lambert-Beer (Zulkarnain, 2013). Hukum Lambert-Beer menyatakan bahwa intensitas yang diteruskan oleh larutan zat penyerap berbanding lurus dengan tebal dan konsentrasi larutan. Dalam hukum Lambert-Beer berlaku syarat sebagai berikut:

- a. Sinar yang digunakan dianggap monokromatis.
- b. Penyerapan terjadi dalam satu volume yang mempunyai luas penampang yang sama.
- c. Senyawa yang menyerap dalam larutan tersebut tidak tergantung terhadap yang lain dalam larutan tersebut.
- d. Tidak terjadi peristiwa fluoresensi dan fosforisensi.
- e. Indeks bias tidak tergantung pada konsentrasi larutan

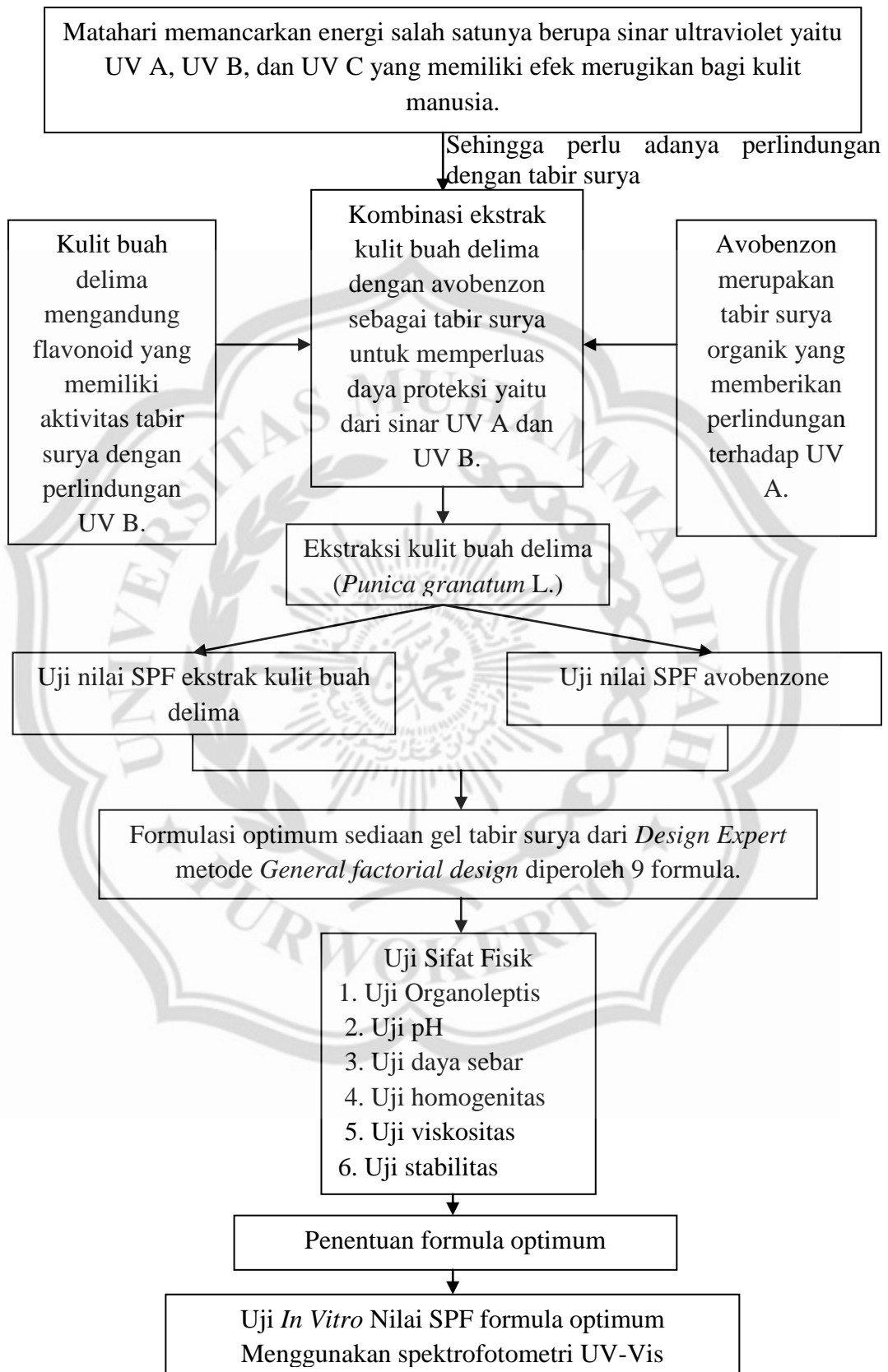
11. *Design Expert* Metode *General Factorial Design*

Design expert adalah *software* yang dirancang untuk membantu mendesain dan menginterpretasikan beberapa faktor percobaan. Dalam *software* ini ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk optimasi seperti *Simplex Laticce Design*, *General Factorial Design*, dan *D-optimum* (Buxton, 2007).

General factorial design digunakan untuk mencari efek dari berbagai faktor atau kondisi terhadap hasil penelitian. *General factorial design* adalah desain untuk menentukan secara serentak efek dari beberapa faktor sekaligus interaksinya. *General factorial design* merupakan aplikasi persamaan regresi yaitu untuk memberikan model hubungan antar variabel respon dengan satu atau lebih variabel bebas (Bolton, 1990).

General factorial design mengandung beberapa pengertian, yaitu faktorial, level, efek dan respon. Faktor adalah setiap besaran yang mempengaruhi harga kebutuhan produk, yang pada prinsipnya dapat dibedakan menjadi faktor kuantitatif dan kualitatif (Voight, 1994). Level adalah nilai atau tetapan untuk faktor. Efek adalah perubahan respon yang disebabkan variasi tingkat faktor. Respon merupakan sifat atau hasil percobaan yang diamati dan dapat dikuantitatifkan (Bolton, 1990).

C. Kerangka Konsep



D. Hipotesis

Ekstrak kulit buah delima (*Punica granatum L.*) dikombinasikan dengan avobenzon dapat diformulasikan menjadi gel tabir surya yang diduga memiliki sifat fisik yang baik, mendapatkan formula optimum dari sediaan gel dan juga memiliki aktivitas tabir surya yang baik.

